

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-190056

(43)Date of publication of application : 23.07.1996

(51)Int.Cl.

G02B 21/18
// G02B 21/02

(21)Application number : 07-001371

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 09.01.1995

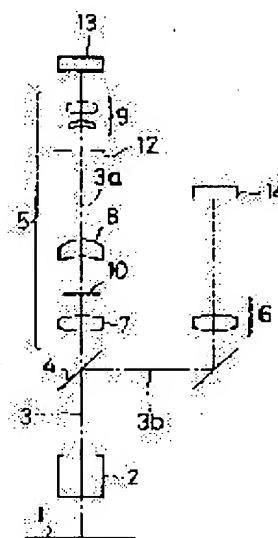
(72)Inventor : SUZUKI TOSHINOBU

(54) OPTICAL OBSERVATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To observe a wide visual field with a low numerical aperture at a low magnification and a narrow visual field with a high numerical aperture i.e., high resolving power at a high magnification in an optical observation device varying the power without exchanging an objective lens.

CONSTITUTION: This device is provided with an objective lens 2, a half mirror 4 dividing an optical path 3 from the objective lens 2 into two optical paths 3a, 3b, a first optical system 5 arranged on the optical path 3a and forming an image twice and more, a first observing means 13 arranged on its image forming position, a second optical system arranged on the optical path 3b and having a total magnification and a numerical aperture(NA) higher than those of the first optical system 5, a second observing means 14 arranged on its image forming position and a diaphragm 12 for low magnification arranged on the pupil position of the first optical system 5 and decreasing the NA. Observation with a low magnification and a low NA is performed by the first optical system 5 and observation with a high magnification and a high NA is performed by the second optical system 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-190056

(43) 公開日 平成8年(1996)7月23日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 21/18

// G 0 2 B 21/02

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平7-1371

(22) 出願日

平成7年(1995)1月9日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 鈴木 敏信

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

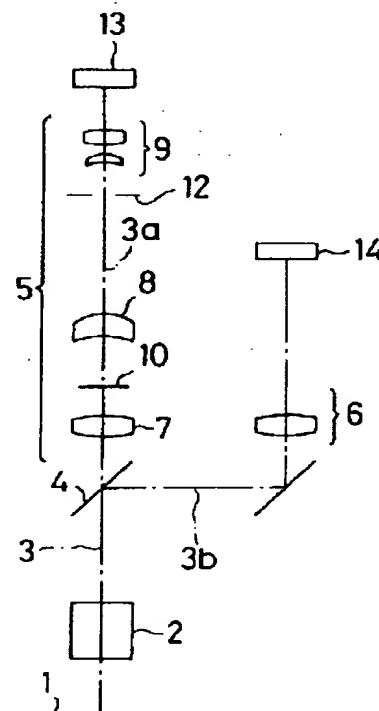
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司

(54) 【発明の名称】 観察光学装置

(57) 【要約】

【目的】対物レンズを交換せずに変倍させる観察光学装置において、低倍率では低NAで広い視野の観察を行うことができ、高倍率では狭い視野ながらも高NAで、すなわち、高解像力で観察を行うことができるようにする。

【構成】対物レンズ2と、対物レンズ2からの光路3を2つの光路3a、3bに分割するハーフミラー4と、光路3aに配置され、2度以上結像させる第一の光学系5と、その結像位置に配置された第一の観察手段13と、光路3bに配置され、第一の光学系5よりも高い総合倍率と開口数とを有する第二の光学系6と、その結像位置に配置された第二の観察手段14と、第一の光学系5の瞳位置に配置され、開口数を小さくするための低倍率用絞り12とを備える。第一の光学系5により低倍率、低NAの観察を、第二の光学系6により高倍率、高NAの観察を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対物レンズと、該対物レンズの光軸上に配置され、該対物レンズからの光路を2つの光路に分割する第一の光路分岐部材と、分割された2つの光路の一方に配置され、2度以上結像させる第一の光学系と、該第一の光学系の結像位置に配置された第一の観察手段と、分割された2つの光路の他方に配置され、前記第一の光学系よりも高い総合倍率と開口数とを有する第二の光学系と、該第二の光学系の結像位置に配置された第二の観察手段と、前記第一の光学系中の瞳位置に配置され、開口数を小さくするための低倍率用絞りと、を備えることを特徴とする観察光学装置。

【請求項2】 対物レンズと、該対物レンズの像側に配置され、物体像を所定の倍率に変倍する変倍光学系と、前記対物レンズの瞳位置に配置された可変絞りとを備え、前記可変絞りの絞り径は総合倍率が高倍率のときには高開口数に、総合倍率が低倍率のときには低開口数になるように変え得るものであることを特徴とする観察光学装置。

【請求項3】 対物レンズと、該対物レンズの像側に配置され、該対物レンズによる物体像を2度以上結像させ、所定の倍率に変倍する変倍リレー光学系と、中間像位置よりも像側の瞳位置に配置された可変絞りとを備え、前記可変絞りの絞り径は総合倍率が高倍率のときには高開口数に、総合倍率が低倍率のときには低開口数になるように変え得るものであることを特徴とする観察光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は倍率可変の光学装置に関し、特に、所定の倍率とは異なる倍率で物体像を形成することによって被検物体の種々の計測を行えるようにした光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】これまで種々の変倍光学装置が提案されている。例えば、実公平4-3291号公報は、倍率変換による光軸ずれ、すなわちアライメント状態の狂いを生じさせない変倍光学系を提供することを目的として、固定の対物レンズと、倍率の異なる2つのリレーレンズと、1つの結像面と、2つの光路を選択的に遮光するためのシャッターとを備えた変倍光学装置を開示している。

【0003】特開平2-281223号公報は、対物レンズの切り替えを必要とせずに容易に観察倍率の変更を行い得ることを目的として、一定倍率の固定された対物レンズ系と、対物レンズが捕らえた観察像を所定の倍率に変倍させる変倍光学系とを備えた観察光学装置を開示している。

【0004】特開昭64-28611号公報は、倍率変換によっても光学系の光軸変動を生じさせないことを目

的として、対物レンズと、異なる倍率の2つのリレーレンズと、これら2つのリレーレンズの光軸と像位置を合成させる部材と、2つの光路の各々を遮断するための挿脱可能な遮断部材とを備える変倍光学装置を開示している。

【0005】また、特開平5-127096号公報は、紫外線顕微鏡に関するものとして、対物レンズによる被検体の光学像を2つに分け、紫外像を観察する第一の観察手段と可視像を観察する第二の観察手段とを備えた技術を開示しており、第一の観察手段の変倍レンズ系と第二の観察手段の変倍レンズ系とは互いに異なる倍率に設定可能であるとしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】一般的には、対物レンズは高倍率になるほどNAを大きくして解像力を高めている。上述した従来の変倍の方式においては、観察時の倍率の高低の如何にかかわらず、開口数（以下「NA」と呼ぶ）については特に言及されていない。このため、従来の変倍光学系においては、高倍率時も低倍率時も同じNA、それも小さなNAを用いていたものと考えられる。なぜならば、NAを大きく設定しておく、低倍率で広い視野を観察したい場合に、視野の中心では大きなNAにできても、視野の周辺では大きなNAにできず、結果的に周辺光量不足を生じることになるからである。従って、周辺光量不足を回避するためには、必然的にNAは小さく設定せざるを得ない。低倍率で観察する場合には、NAは小さくても問題は生じないが、高倍率で観察する場合には、NAが小さいと解像力不足になるという問題を引き起こす。

【0007】本発明はこのような問題を解決するためになされたものであり、対物レンズを交換することなく変倍させる方式の観察光学装置において、低倍率では低NAで広い視野の観察を行うことができ、高倍率では狭い視野ながらも高NAで、すなわち、高解像力で観察を行うことができるようにした観察光学装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用】この目的を達成するため、本発明に係る観察光学装置は以下のように構成される。第一の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズと、該対物レンズの光軸上に配置され、該対物レンズからの光路を2つの光路に分割する第一の光路分岐部材と、分割された2つの光路の一方に配置され、2度以上結像させる総合倍率が低倍率である第一の光学系と、該第一の光学系の結像位置に配置された第一の観察手段と、分割された2つの光路の他方に配置され、前記第一の光学系よりも高い総合倍率と開口数とを有する第二の光学系と、該第二の光学系の結像位置に配置された第二の観察手段と、前記第一の光学系中の瞳位置に配置され、開口数を小さくするための低倍率用

絞りとを備える。

【0009】本態様に係る観察光学装置においては、被検物体からの光は対物レンズを経て第一の光路分岐部材により2つに分割される。分割光の一方は第一の光学系を通過し、第一の光学系に対応する第一の観察手段によって、低倍率かつ低NAの広視野観察が行われる。分割光の他方は第二の光学系を通過し、第二の光学系に対応する第二の観察手段によって、高倍率かつ高NAの高解像観察が行われる。このように、1個の対物レンズで低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを同時に行うことができる。

【0010】第二の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズと、該対物レンズの像側に配置され、物体像を所定の倍率に変倍する変倍光学系と、前記対物レンズの瞳位置に配置された可変絞りとを備える。前記可変絞りの絞り径は総合倍率が高倍率のときには高開口数に、総合倍率が低倍率のときには低開口数になるように変え得るように構成されている。

【0011】総合倍率の高低に応じて可変絞りの絞り径を変えることによって、1個の対物レンズで低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを行うことができる。なお、変倍光学系の変倍の方式はズーム変倍とターレット変倍の何れでもよい。また、1回結像でも2回結像でも何れでもよい。

【0012】第三の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズと、該対物レンズの像側に配置され、該対物レンズによる物体像を2度以上結像させ、所定の倍率に変倍する変倍リレー光学系と、中間像位置よりも像側の瞳位置に配置された可変絞りとを備える。前記可変絞りの絞り径は総合倍率が高倍率のときには高開口数に、総合倍率が低倍率のときには低開口数になるように変え得るように構成されている。本態様によっても、前述の態様と同様に、総合倍率の高低に応じて可変絞りの絞り径を変えることによって、1個の対物レンズで低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを行うことができる。

【0013】

【実施例】図1及び図2に本発明に係る光学観察装置の第一実施例を示す。検出対象の物体1に対向して対物レンズ2が配置されている。対物レンズ2の光軸3上には第一の光路分岐部材としてのハーフミラー4が配置されている。このハーフミラー4によって分割された2つの光路のうちの一方の光路3aには、第一の光学系5が配置されており、他方の光路3bには、第二の光学系6が配置されている。第一の光学系5は2度以上の結像を行う総合倍率が低倍率の光学系である。第二の光学系6は高倍率、高NAである。

【0014】第一の光学系5は、図2(A)に示すように、第一レンズ群7、第二レンズ群8及び第三レンズ群9の3個のレンズ群からなるリレー光学系を構成してい

る。第一レンズ群7及び第三レンズ群9は各々正屈折力を有している。第一レンズ群7は一般的にフィールドレンズと呼ばれるもので、光束が拡がるのを収斂させる機能を奏する。第一の光学系5は2度以上結像させる光学系であるので、まず、正屈折力の第一レンズ群7により中間像が形成される。第二レンズ群8は、この中間像が形成される中間像位置10を介して物体1の側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズを有している。この第二レンズ群8と第三レンズ群9とによって、中間像がリレーされて2度目の結像が行われ、倍率がさらに縮小される。

【0015】第二レンズ群8により、第二レンズ群8と第三レンズ群9との間には瞳位置が形成される。この瞳位置には絞り12が配置されている。この絞り12は光を低倍率用の低NAに絞る機能を奏する。第一の光学系5の像位置には第一の観察手段13が配置されている。この第一の観察手段13は公知のものであり、例えば、1/2インチのCCDカメラからなる。同様に、第二の光学系6の像位置には、第一の観察手段13と同様の構成を有する第二の観察手段14が配置されている。

【0016】本実施例に係る観察光学装置は以下のように機能する。適当な光源(図示せず)から発せられ、物体1で反射した光は対物レンズ2を経てハーフミラー4により2つの光路に分割される。光路3aを通る分割光は第一の光学系5によって倍率が低くされるとともに、絞り12によって低NAに絞られる。このように光路3aを通る分割光は第三レンズ群9を経て第一の観察手段13により低倍率かつ低NAで観察される。一方、光路3bを通る分割光は第二の光学系6により高倍率かつ高NAで第二の観察手段14を介して観察される。このように、1個の固定対物レンズ2で低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを同時に行うことができる。

【0017】以下に、対物レンズ2、第一の光学系5及び第二の光学系6のレンズデータの一例を示す。

〔対物レンズ〕

$$r_1 = -3091.4265$$

$$d_1 = 7.0000 \quad n_1 = 1.88300 \quad \nu_1 = 40.78$$

$$r_2 = -36.2706$$

$$d_2 = 1.1591$$

$$r_3 = 175.0000$$

$$d_3 = 3.8750 \quad n_3 = 1.74000 \quad \nu_3 = 31.71$$

$$r_4 = 29.4149$$

$$d_4 = 9.5000 \quad n_4 = 1.45600 \quad \nu_4 = 90.31$$

$$r_5 = -69.2060$$

$$d_5 = 0.7500$$

$$r_6 = 130.0000$$

5

6

$d_6 = 9.7000$ $n_6 = 1.45600$ $\nu_6 = 9$
 0.31
 $r_7 = -37.6007$
 $d_7 = 3.8750$ $n_7 = 1.74000$ $\nu_7 = 3$
 1.71
 $r_8 = -150.0000$
 $d_8 = 0.7650$
 $r_9 = 21.9699$
 $d_9 = 21.8609$ $n_9 = 1.49700$ $\nu_9 =$
 81.61
 $r_{10} = -34.3172$
 $d_{10} = 4.2500$ $n_{10} = 1.64450$ $\nu_{10} =$
 40.82
 $r_{11} = 14.1316$
 $d_{11} = 5.8713$
 $r_{12} = 20.7081$
 $d_{12} = 8.8500$ $n_{12} = 1.80518$ $\nu_{12} = 2$
 5.43
 $r_{13} = -99.8331$
 $d_{13} = 2.5000$ $n_{13} = 1.66998$ $\nu_{13} = 3$
 9.27
 $r_{14} = 22.0184$
【0018】〔第一の光学系〕
 $r_{15} = \infty$
 $d_{15} = 10.0000$ $n_{15} = 1.57133$ $\nu_{15} =$
 52.92
 $r_{16} = -134.3710$
 $d_{16} = 2.0000$
 $r_{17} = 75.3320$
 $d_{17} = 14.0000$ $n_{17} = 1.69350$ $\nu_{17} =$
 53.23
 $r_{18} = -96.6849$
 $d_{18} = 8.5000$ $n_{18} = 1.80518$ $\nu_{18} =$
 25.43
 $r_{19} = 532.9434$
 $d_{19} = 74.0150$
 $r_{20} = \infty$
 $d_{20} = 30.7839$
 $r_{21} = -44.5487$
 $d_{21} = 6.5000$ $n_{21} = 1.78650$ $\nu_{21} =$
 50.00
 $r_{22} = \infty$
 $d_{22} = 10.2000$ $n_{22} = 1.80518$ $\nu_{22} =$
 25.43
 $r_{23} = -54.1067$
 $d_{23} = 173.6988$
 $r_{24} = \infty$
 $d_{24} = 20.0000$
 $r_{25} = -18.8543$
 $d_{25} = 3.0000$ $n_{25} = 1.75520$ $\nu_{25} =$

10

20

30

40

50

27.51
 $r_{26} = 1806.6668$
 $d_{26} = 11.0000$ $n_{26} = 1.45600$ $\nu_{26} =$
 90.31
 $r_{27} = -26.7759$
 $d_{27} = 1.0000$
 $r_{28} = -202.5286$
 $d_{28} = 7.0000$ $n_{28} = 1.69350$ $\nu_{28} =$
 53.23
 $r_{29} = -39.6074$
 $d_{29} = 1.0000$
 $r_{30} = 126.4046$
 $d_{30} = 9.0000$ $n_{30} = 1.83400$ $\nu_{30} =$
 37.17
 $r_{31} = -236.7358$
【0019】〔第二の光学系〕
 $r_{15} = 39.8020$
 $d_{15} = 6.3000$ $n_{15} = 1.48749$ $\nu_{15} =$
 70.21
 $r_{16} = 14122.7431$
 $d_{16} = 0.5000$
 $r_{17} = 38.1671$
 $d_{17} = 8.0000$ $n_{17} = 1.49700$ $\nu_{17} =$
 81.61
 $r_{18} = -2533.7456$
 $d_{18} = 4.0000$
 $r_{19} = -165.5936$
 $d_{19} = 2.7000$ $n_{19} = 1.67003$ $\nu_{19} =$
 47.25
 $r_{20} = 26.2271$
【0020】なお、上記数値データにおいて、 r_n ($n = 1 \sim 31$) は各レンズの曲率半径を表し、 d_n ($n = 1 \sim 30$) は各レンズの肉厚又は各レンズ間の空気間隔を表し、 n_n ($n = 1 \sim 30$) は各レンズの屈折率を表し、 ν_n ($n = 1 \sim 30$) は各レンズのアッベ数を表している。対物レンズ2と第一の光学系5との間の距離は110、対物レンズ2と第二の光学系6との間の距離は186、対物レンズ2の作動距離は32.53である。対物レンズ2と第一の光学系5との組み合わせでは、 $NA = 0.12$ 、倍率1.1倍、絞り径は12mm、視野数9である。対物レンズ2と第二の光学系6との組み合わせでは $NA = 0.4$ 、倍率10倍、視野数9である。
【0021】図3は本発明に係る観察光学装置の第二実施例を示す。本実施例においては、検査対象の物体1に対向して配置されている対物レンズ2の像側において対物レンズ2の光軸3上に変倍光学系15が設けられている。変倍光学系15は物体1の像を所定の倍率に変倍する。変倍光学系15における変倍の方式はズーム変倍又はターレット変倍の何れであってもよい。また、1回結像と2回以上の結像の何れであってもよい。対物レンズ2の瞳

位置には可変絞り16が配置されている。可変絞り16の絞り径は可変であり、総合倍率が高倍率のときには高NA、低倍率のときには低NAになるように絞り径が変えられるようになっている。

【0022】変倍光学系15の像位置には、第一実施例と同様の観察手段13が配置されている。本実施例においては、変倍光学系15における総合倍率の高低に応じて可変絞り16の絞り径が変えられる。これにより、1個の対物レンズ2のみを用いて、低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを行うことができる。

【0023】図4は本発明に係る観察光学装置の第三実施例を示す。本実施例においては、検査対象の物体1に対向して配置されている対物レンズ2の像側において対物レンズ2の光軸3上に変倍リレー光学系17が設けられている。変倍リレー光学系17は、対物レンズ2の像側に物体1の像を2度以上結像させ、物体1の像を所定の倍率に変倍する。変倍リレー光学系17内に形成される中間像位置18よりも像側の瞳位置には可変絞り19が配置されている。この可変絞り19の絞り径は任意の径に変えることができる。また、この可変絞り19は光軸3上を移動可能であるように構成されている。変倍リレー光学系17の像位置には、第一実施例と同様の観察手段13が配置されている。

【0024】本実施例においては、変倍リレー光学系17における総合倍率の高低に応じて可変絞り19の絞り径が変えられる。すなわち、総合倍率が高倍率のときには高NA、低倍率のときには低NAになるように可変絞り19の絞り径が変えられる。これにより、1個の対物レンズ2のみを用いて、低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを行うことができる。また、変倍による瞳位置の変動に連動して可変絞り19を光軸3上において移動させることができる。絞りが固定位置のままである場合には、軸外光束がけられやすくなるが、絞りを光軸上で移動させることにより、けられを防止することができる。

【0025】図5は本発明に係る観察光学装置の概念に含まれる第一の応用例である。本応用例においては、検査対象の物体1に対向してズーム対物レンズ20が配置されている。物体1の像はズーム対物レンズ20で変倍され、ズーム対物レンズ20内で少なくとも1回像が形成される。このズーム対物レンズ20の瞳位置には可変絞り21が配置されている。この可変絞り21の絞り径は任意の径に変えることができる。また、この可変絞り21は光軸3上を移動可能であるように構成されている。なお、可変絞り21はズーム対物レンズ20内の中間像位置22よりも像側の瞳位置に配置してもよい。ズーム対物レンズ20の像位置には、第一実施例と同様の観察手段13が配置されている。

【0026】本応用例においては、ズーム対物レンズ2

0における総合倍率の高低に応じて可変絞り21の絞り径が変えられる。すなわち、総合倍率が高倍率のときには高NA、低倍率のときには低NAになるように可変絞り21の絞り径が変えられる。これにより、低倍率かつ低NAの広視野観察と高倍率かつ高NAの高解像観察とを行うことができる。

【0027】また、変倍による瞳位置の変動に連動して可変絞り21を光軸3上において移動させることができる。絞りが固定位置のままである場合には、軸外光束がけられやすくなるが、絞りを光軸上で移動させることにより、けられを防止することができる。

【0028】図6は上記の第一実施例の変形例を示す。なお、図6において図1又は図2と同一の符号は同一の構成要素を表しており、詳細な説明は省略する。本変形例における対物レンズ2は無遠設計の対物レンズであり、光軸3上を移動可能であるように構成されている。第二の光学系6がその結像レンズをなしている。

【0029】また、光路3b上には、第一の光路分岐部材としてのハーフミラー4と第二の光学系6との間において、第二の光路分岐部材としてのハーフミラー23が配置されており、このハーフミラー23により光路3bは二つに分割される。二つに分割された光路3bのうちの一方の光路3cには自動焦点検出用の第三の光学系24が配置されている。さらに、光路3c上には第三の光学系24を介して物体1に赤外線を照射する赤外光源25が配置されている。また、本変形例においては、光路3aに配置されている絞り12は光路3a上を移動可能であるように構成されている。

【0030】第三の光学系24は、第一の光路分岐部材としてのハーフミラー4と第二の光学系6との間に第二の光路分岐部材としてのハーフミラー23を設けることにより形成される。これは、第一の光路分岐部材としてのハーフミラー4と第一の光学系6との間に第二の光路分岐部材としてのハーフミラー23を配置すると、光束の拡がりが大きくなりすぎてしまい、第一の光学系6のフィールドレンズの外径が大きくなったり、収差補正が困難になったりするためである。これに対して、第二の光学系6は無遠設計の結像レンズなので、対物レンズ2と結像レンズ間の距離が多少大きくなっても悪影響は少ない。

【0031】赤外光源25からの赤外光は第三の光学系24、ハーフミラー23、ハーフミラー4、対物レンズ2を通して、物体1の検査面で反射され、同一の光路を逆進して赤外光源25に戻る。赤外光源25に接続されている焦点検出装置(図示せず)が、この反射光から像を結像させ、焦点の整合状態を検出し、物体1と対物レンズ2との間の距離を検出する。このようにして検出された距離に基づいて、対物レンズ2の位置を自動的に調整することができる。

【0032】また、自動焦点合わせのために対物レンズ

2が移動すると、第一の光学系5の瞳位置が変動する。この瞳位置の変動に対応して、絞り12も光軸3a上を移動させることができる。具体的には、対物レンズ2と第一の光学系5との間の距離が短くなった場合には絞り12は像面側に、長くなった場合には絞り12は物体1側に移動させればよい。

【0033】このように、自動焦点検出用の第三の光路3cは、物体1の被検面に赤外光を投射する機能と、被検面からの反射光量を検出する機能とを有する。また、対物レンズ2を光軸3方向に移動させて自動焦点合わせをするのは、対物レンズ2が無遠設計だからである。対物レンズ2からの射出光が平行光であるので、焦点合わせで対物レンズ2と結像レンズとしての第二の光学系6との間の距離が変わっても像位置は変わらず、結像性能にも悪影響はない。

【0034】また、本変形例においても、第一実施例と同様に、第一の光学系5は、正屈折力の第一レンズ群7、中間像位置10を介して物体1側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズを有し、瞳位置を形成する第二レンズ群8、瞳位置に配置された絞り12、正屈折力の第三レンズ群9を備えている。自動焦点合わせのために対物レンズ2が光軸3の方向に移動すると、対物レンズ2と第一の光学系5との間の距離が変わる。これに伴い、第一の光学系5にある瞳位置が変わるので、絞り12が配置された位置が固定であれば、瞳位置と絞り位置が異なることになる。そのずれ量が大きくなるほど、軸外光束がけられるようになってしまう。これを防止するため、第二レンズ群8に物体側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズを配置し、絞り位置近傍で軸外光束と光軸のなす角度をできるだけ小さくしている。

【0035】図7は第一実施例の第二の変形例を示す。図7において図1又は図2と同一の参照符号は同一の構成要素を表している。このため、それらの詳細な説明は省略する。本変形例においては、対物レンズ2とハーフミラー4との間において、光軸3上に第三の光路分岐部材としてのハーフミラー26が配置されており、このハーフミラー26により光路3から光路3dが分岐している。この光路3dには、同軸落射照明用の第四の光学系27が配置されている。

【0036】第四の光学系27の最もハーフミラー26に近接した位置には、第一の偏光板28が配置されており、ハーフミラー26とハーフミラー4との間には第二の偏光板29が配置されている。対物レンズ2と物体1との間において、対物レンズ2の先端には偏光解消板30が取り付けられている。なお、偏光解消板30に代えて、波長板又は1/4波長板の何れかを取り付けすることも可能である。

【0037】本変形例においては、第一及び第二の偏光板28、29と偏光解消板30とによって、対物レンズ2の面反射によるフレアを除去することができる。本変

形例によっても、第一実施例と同様に、1個の対物レンズで高倍率かつ高NAの光学系と低倍率かつ低NAの光学系とで観察を行うことが可能である。このため、対物レンズ2は高NAに設計する必要がある。一般的に、落射照明光が対物レンズの各レンズ面で反射してその反射光が像面に達する場合、被検物からの像のコントラストは低下する。対物レンズが高倍用と低倍用の2個ある場合には、各々の場合にコントラストの低下を防止するため、対物レンズの各レンズ面からのフレア光が発生しないように設計することが可能である。

【0038】しかしながら、本変形例のように、対物レンズが1個である場合には、高倍率と低倍率の何れで観察してもフレア光が発生しないように対物レンズを設計することは極めて困難である。このため、フレア光の発生を防止し、コントラストを向上させるためには、本変形例のような構成が有効である。

【0039】以上説明したように、本発明に係る観察光学装置は、前述の特許請求の範囲に記載した特徴の他に、以下のような特徴をも有している。

(1)ズーム対物レンズで変倍し、ズーム対物レンズ内で少なくとも1回像を形成する光学系において、前記対物レンズの瞳位置又は中間像位置よりも像側の瞳位置に可変絞りを配置し、前記可変絞りの絞り径は総合倍率が高倍率のときには高開口数に、総合倍率が低倍率のときには低開口数になるように変え得るものであることを特徴とする観察光学装置。

(2)請求項1に記載の観察光学装置であって、前記第一の光学系が、正の屈折力を有する第一レンズ群と、中間像位置を介して瞳位置を形成する第二レンズ群と、瞳位置に配置された絞りと、正の屈折力を有する第三レンズ群とを有するものであることを特徴とする観察光学装置。

【0040】(3)請求項1に記載の観察光学装置であって、前記第一の光路分岐部材と前記第二の光学系との間に配置された第二の光路分岐部材と、自動焦点検出用の第三の光学系とを備え、前記対物レンズが光軸方向に移動可能な無限遠設計の対物レンズであり、前記第二の光学系が結像レンズであり、前記第三の光学系から前記対物レンズを介して物体面に赤外光を投射し、反射光量を第三の光路を介して検出することにより、前記対物レンズを光軸方向に移動させ、自動焦点合わせが行われるようにしたことを特徴とする観察光学装置。本観察光学装置によれば、対物レンズのみが動くことにより、自動焦点合わせが可能となる。装置全体又はステージが移動して焦点合わせを行うよりも、機械的安定性及び電気的安定性が高い。

【0041】(4)前記(3)に記載の観察光学装置であって、瞳位置を形成するための第二レンズ群と、瞳位置に配置された絞りと、正の屈折力を有する第三のレンズ群とを有し、前記第一の光学系が、正の屈折力を有す

る第一レンズ群と、中間像位置を介して物体側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズとを有するものであることを特徴とする観察光学装置。本観察光学装置によれば、対物レンズが移動して自動焦点合わせを行う際、瞳位置が変動して、絞り位置とのずれが生じて、軸外光束と光軸とのなす角度が小さいので軸外光束のけられをなくすることができる。

【0042】(5)請求項1に記載の観察光学装置であって、前記対物レンズと前記第一の光路分岐部材との間に配置された第三の光路分岐部材と、同軸落射照明用の第四の光学系と、該第四の光学系中に配置された第一の偏光板と、前記第三の光路分岐部材よりも像側に配置された第二の偏光板と、前記対物レンズの先端に取り付けられた偏光消光板、波長板又は1/4波長板の何れかを備え、前記第一及び第二の偏光板と前記偏光消光板、波長板又は1/4波長板の何れかにより前記対物レンズの面反射によるフレアを除去するようにしたことを特徴とする観察光学装置。本観察光学装置によれば、同軸落射照明で観察する場合、高倍率でも低倍率でもコントラストの良い像を観察することが可能になる。

【0043】(6)請求項3又は前記(4)に記載の観察光学装置であって、前記可変絞りは変倍による瞳位置の変動に連動して光軸上を移動し得るように構成されているものであることを特徴とする観察光学装置。本観察光学装置によれば、変倍による瞳位置の変動があっても可変絞りが連動するので、軸外光束のけられを防止することができる。

【0044】(7)前記(3)又は(4)に記載の観察光学装置であって、前記絞りは、前記対物レンズの移動による前記第一の光学系の瞳位置の変動に連動して、光軸上を移動し得るように構成されているものであることを特徴とする観察光学装置。本観察光学装置においても、前記の観察光学装置と同様に、変倍による瞳位置の変動の際、絞りが固定位置にとどまっていると、軸外光束がけられやすくなる。このため、可変絞りを光軸上で移動可能に構成することにより、けられをなくすることができる。

【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズの交換を行わないので倍率を変更しても光軸ずれを生じることがないという効果の他に、低倍率では低NAで広い視野を観察でき、高倍率では狭い視野ではあるが高NAかつ高解像で観察を行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る観察光学装置の第一実施例の概略図である。

【図2】図1の第一実施例を二つに分けて示したより詳細な概略図である。

【図3】図3は本発明に係る観察光学装置の第二実施例の概略図である。

【図4】図4は本発明に係る観察光学装置の第三実施例の概略図である。

【図5】図5は本発明に係る観察光学装置の応用例を示した概略図である。

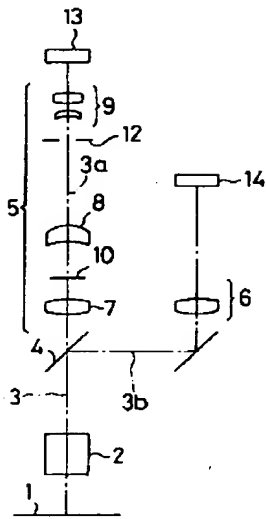
【図6】図6は図1に示した第一実施例の変形例の概略図である。

【図7】図7は図1に示した第二実施例の第二の変形例の概略図である。

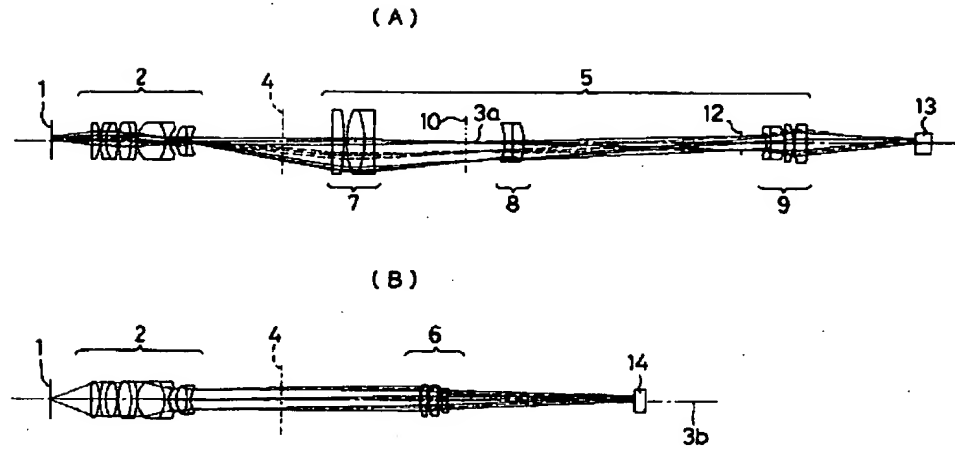
【符号の説明】

- 1 物体
- 2 対物レンズ
- 3 光軸
- 4 ハーフミラー（第一の光路分岐部材）
- 5 第一の光学系
- 6 第二の光学系
- 7 第一レンズ群
- 8 第二レンズ群
- 9 第三レンズ群
- 10 中間像位置
- 12 絞り
- 13 第一の観察手段
- 14 第二の観察手段
- 15 変倍光学系
- 16 可変絞り
- 17 変倍リレー光学系
- 18 中間像位置
- 19 可変絞り
- 20 ズーム対物レンズ
- 21 可変絞り
- 23 ハーフミラー（第二の光路分岐部材）
- 24 第三の光学系
- 26 ハーフミラー（第三の光路分岐部材）
- 27 第四の光学系
- 28 第一の偏光板
- 29 第二の偏光板
- 30 偏光消光板

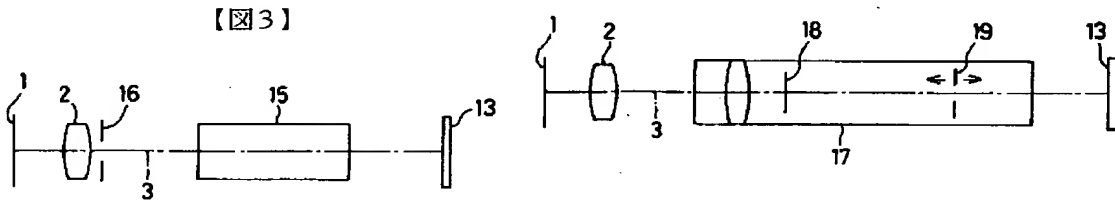
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

【図6】

【図7】

【図5】

